

Analisis Nilai *CTDI* di Udara dengan Variasi Faktor Eksposi dan Tebal *Slice* pada Pesawat *CT-Scan* Merek *GE Optima 660*

Harmayeni^{1,*}, Dian Milvita¹, Kri Yudi Pati Sandy²

¹Jurusan Fisika Universitas Andalas

²PTKMR BATAN Jakarta

*harmayeni49@yahoo.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai analisis nilai *CTDI* di udara dengan variasi faktor eksposi dan tebal *slice* pada pesawat *CT-Scan* merek *GE Optima 660*. Pengukuran *CTDI* pada pesawat *CT-Scan* menggunakan detektor *Unfors RaySafe Xi* di Instalasi Radiologi Semen Padang Hospital. Posisi pengukuran yang dilakukan adalah di udara pada pusat rotasi di pertengahan gantry. Hasil yang didapatkan yaitu nilai *CTDI* di udara meningkat dengan bertambahnya faktor eksposi yang diberikan. Nilai *CTDI* di udara yang diperoleh tidak jauh berbeda untuk setiap variasi tebal *slice* yang diberikan. Dosis radiasi udara yang dikeluarkan oleh *CT-Scan* merek *GE Optima 660* masih di bawah batas yang diperbolehkan oleh Perka BAPETEN No. 2 Tahun 2018.

Katakunci: *CTDI*, faktor eksposi, pesawat *CT-Scan*, *Unfors RaySafe Xi*

ABSTRACT

Research has been conducted on the analysis of *CTDI* values in the air with various exposure factors and slice thickness on the *GE Optima 660 CT-Scan* aircraft. *CTDI* measurements on *CT-Scan* aircraft used the *Unfors RaySafe Xi* detector at Semen Padang Hospital Radiology Installation. The measurement position taken is in the air at the center of rotation in the middle of the gantry. The results obtained are that the *CTDI* value in the air increases with increasing exposure factors given. The *CTDI* value in the air obtained is not much different for each variation in the thickness of the slice given. The air radiation dose released by the *GE Optima 660 brand CT-Scan* is still below the limit permitted by Perka BAPETEN No. 2 of 2018.

Keywords: *CTDI*, exposure factor, *CT-Scan*, *Unfors RaySafe Xi*

I. PENDAHULUAN

Computed Tomography Scan (CT-Scan) merupakan suatu alat yang digunakan untuk mendiagnosis penyakit pada tubuh bagian dalam untuk mengetahui ada tidaknya suatu kelainan. Paparan radiasi yang diterima pasien pada pemeriksaan *CT-Scan* berbeda dengan sinar-X konvensional. Pada pemeriksaan *CT-Scan* tabung sinar-X berputar di sekitar pasien dan menghasilkan irisan tipis pada daerah tubuh yang diradiasi sehingga volume jaringan yang diperiksa terkena radiasi dari segala sudut menyebabkan distribusi dosis radiasi pada pemeriksaan *CT-Scan* sangat besar. Adanya kekhawatiran terhadap dosis radiasi *CT-Scan* sehingga perlu dilakukan pengukuran dosis radiasi untuk mencegah dosis radiasi yang diterima pasien secara berlebihan.

Parameter-parameter *scan* yang mempengaruhi dosis radiasi yang diterima oleh pasien *CT* antara lain adalah faktor eksposi dan *pitch*. Faktor eksposi terdiri dari tegangan tabung sinar-X, besar arus tabung sinar-X dan waktu rotasi. Semakin besar tegangan tabung, arus tabung dan waktu rotasi yang diberikan maka semakin besar dosis radiasi yang diterima pasien (Tsapaki, 2007). Pada pesawat *CT-Scan*, jumlah dosis radiasi yang diterima oleh pasien dinyatakan dalam nilai *CTDI*. Nilai *CTDI* dapat diukur dengan menggunakan alat ukur radiasi yaitu TLD, *ionization chamber*, *CT dose profiler* dan *Unfors Raysafe Xi*. Pengukuran menggunakan TLD membutuhkan waktu yang lama, *ionization chamber* akan menyebabkan banyak radiasi hambur yang tidak terukur, *CT dose profiler* penggunaannya cukup rumit karna harus dihubungkan dulu ke komputer dan *Unfors Raysafe Xi* penggunaannya lebih mudah karna alat dapat dipindah-pindahkan ke berbagai tempat sesuai kebutuhan untuk pengukuran dosis radiasi serta dapat mengukur dosis radiasi secara langsung.

Aprilyanti (2013) telah melakukan penelitian mengenai nilai *CTDI* pada fantom menggunakan *pencil ion chamber* dengan variasi tebal *slice* sebesar 1,5 mm, 3 mm, 4,5 mm dan 9 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar tebal *slice* yang digunakan maka makin kecil nilai *CTDI* yang dihasilkan. Khususiatul (2014) telah melakukan penelitian

mengenai *CTDI* di udara menggunakan *CT Dose Profiler*, dengan melakukan variasi tegangan tabung sebesar 80 kV, 100 kV, 120 kV, dan 140 kV dan variasi arus waktu sebesar 100 mAs, 200 mAs, 300 mAs dan 370 mAs. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar tegangan tabung dan arus waktu yang diberikan maka diperoleh nilai *CTDI* di udara semakin besar.

Penelitian tugas akhir ini membahas tentang variasi faktor eksposi serta tebal *slice* terhadap nilai *CTDI* di udara menggunakan detektor *Unfors RaySafe Xi*. Nilai *CTDI* di udara digunakan untuk mengestimasi nilai dosis radiasi yang diterima permukaan fantom atau permukaan kulit pasien. Penelitian ini dilakukan di Semen Padang Hospital dengan menggunakan *CT-Scan* merek *GE Optima 660*, yang bertujuan untuk melihat dosis radiasi yang dikeluarkan oleh pesawat *CT-Scan* merek tersebut. Pesawat *CT-Scan* pertama kali beroperasi pada tanggal 5 Juli 2013 dan telah dilakukan beberapa kali uji kesesuaian. Uji kesesuaian yang dilakukan terakhir kali yaitu pada tanggal 15 Juli 2016 dan berlaku sampai tanggal 13 Oktober 2018. Pada saat dilakukan pengambilan data, pesawat *CT-Scan* sudah melewati waktu perizinan penggunaan dalam bidang radiologi diagnostik dan intervensional yang dikeluarkan oleh Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN). Oleh karena itu penelitian ini sangat diperlukan karena selama ini banyak sekali kasus-kasus yang membuat pasien menerima dosis radiasi melebihi yang diperbolehkan oleh Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir (Perka BAPETEN).

II. METODE

Penelitian dilakukan di Instalasi Radiologi Semen Padang Hospital Sumatera Barat dan Laboratorium Nuklir Jurusan Fisika. Alat yang digunakan untuk pengukuran nilai *CTDI* di udara pada penelitian ini adalah pesawat *CT-Scan* sebagai sumber radiasi sinar-X dan *Unfors RaySafe Xi*. *Unfors RaySafe Xi* terdiri dari detektor *Unfors Xi CT* yang digunakan untuk mengukur dosis radiasi yang keluar dari sumber radiasi dan *Unfors Xi Base* yang digunakan untuk menampilkan nilai dosis radiasi yang terukur pada detektor. *Unfors RaySafe Xi* memiliki panjang aktif 100 mm. Oleh karena itu dikembangkan definisi baru mengenai *CTDI* sesuai dengan dosimeter yang digunakan yaitu $CTDI_{100}$ yang mempunyai batas pengukuran -50 mm hingga +50 mm. Pengukuran nilai *CTDI* di udara diukur di udara bebas pada pusat rotasi yang dikenal dengan istilah $CTDI_{100,u}$.

2.1 Pengukuran Nilai *CTDI* di Udara

Pengukuran dosis radiasi di udara menggunakan detektor *Unfors Xi CT* yang dihubungkan ke *Unfors Xi Base* untuk menampilkan hasil pengukuran. Detektor *Unfors Xi CT* diletakkan pada pusat *gantry* sehingga detektor tersebut berada di udara dan diatur pada pertengahan laser penanda kemudian diberi pelekat/salontip agar posisi detektor *Unfors Xi CT* tidak berubah selama pengukuran. Setelah posisi detektor *Unfors Xi CT* pada posisi yang tepat kemudian dilakukan topogram pada seluruh bagian detektor *Unfors Xi CT* untuk menentukan posisi awal dan akhir *scanning*. Masing-masing penyinaran dilakukan variasi faktor eksposi : tegangan tabung dan arus waktu serta variasi tebal *slice*. Variasi tegangan tabung yang digunakan adalah 80 kV, 100 kV, 120 kV, 140 kV, variasi arus waktu adalah 100 mAs, 200 mAs, 300 mAs, 350 mAs dan variasi tebal *slice* adalah 1,25 mm, 2,5 mm, 5 mm, 10 mm. Kemudian dilakukan *scanning* untuk setiap variasi, selanjutnya dilakukan pembacaan dosis radiasi yang terukur pada *Unfors Xi Base*. Nilai *CTDI* di udara dapat diperoleh dari Persamaan (1).

$$CTDI_{100} = \frac{1}{S} \int_{-50}^{50} D(z) dz \quad (1)$$

dengan $D(z)$ adalah profil dosis serap (mGy) di sepanjang sumbu z yang tegak lurus terhadap bidang *scan*, S adalah lebar irisan (Dowsett, dkk, 2006).

2.2 Pengolahan dan Analisis Data *CTDI* di Udara

Pengolahan data *CTDI* di udara dilakukan untuk mengetahui korelasi pengaruh faktor eksposi dan tebal *slice* yang digunakan terhadap perubahan nilai *CTDI* di udara yang diterima

detektor *Unfors Xi CT* dari pesawat *CT-Scan*. Korelasi antara *CTDI* di udara terhadap faktor eksposi dan tebal *slice* dapat diketahui dengan melakukan plot data dari hasil *scanning*.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Pengukuran Nilai *CTDI* di Udara pada Pusat *Gantry*

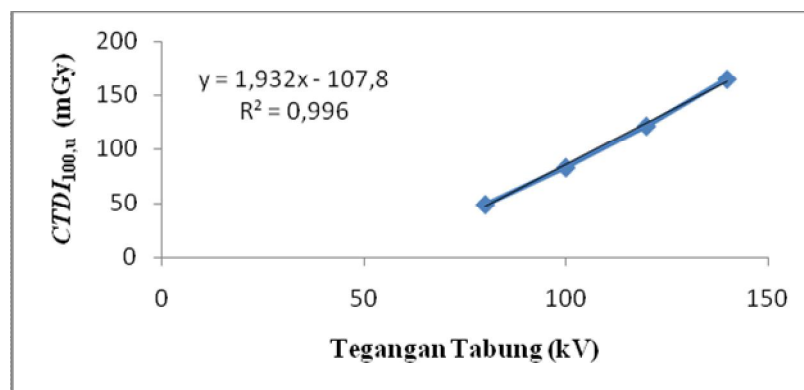
3.1.1 Pengaruh Tegangan Tabung Terhadap Nilai *CTDI*_{100,u}

Pengukuran *CTDI*_{100,u} dilakukan dengan variasi tegangan tabung 80 kV, 100 kV, 120 kV, dan 140 kV. Data hasil pengukuran dan perhitungan yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Data *CTDI*_{100,u} untuk variasi tegangan tabung

No	Tegangan Tabung (kV)	Arus Waktu (mAs)	Tebal Slice (mm)	Dosis yang terukur (mGy)	<i>CTDI</i> _{100,u} (mGy)
1.	80	350	10	4,906	49,06
2.	100			8,308	83,08
3.	120			12,146	121,46
4.	140			16,509	165,09

Data nilai *CTDI*_{100,u} yang dihasilkan kemudian di-plot pada sebuah grafik untuk mendapatkan suatu korelasi yang menggambarkan pengaruh tegangan tabung terhadap *CTDI*_{100,u} yang ditunjukkan pada Gambar 1. Nilai *CTDI*_{100,u} meningkat dengan bertambah besarnya tegangan tabung yang diberikan, hal ini sesuai dengan persamaan yang diperoleh yaitu $y = 1,932x - 107,8$. Tegangan pada tabung sinar-X menentukan besarnya energi sinar-X yang diemisikan oleh tabung sinar-X. Semakin besar beda tegangan antara katoda dan anoda, elektron akan semakin dipercepat dan sinar-X yang dihasilkan memiliki energi rata-rata yang lebih tinggi (Chesney, 1980). Hal ini menghasilkan dosis radiasi yang tinggi, sehingga menyebabkan nilai *CTDI*_{100,u} yang diperoleh juga semakin meningkat.



Gambar 1 Korelasi antara tegangan tabung dengan *CTDI*_{100,u} untuk arus waktu 350 mAs dan tebal *slice* 10 mm

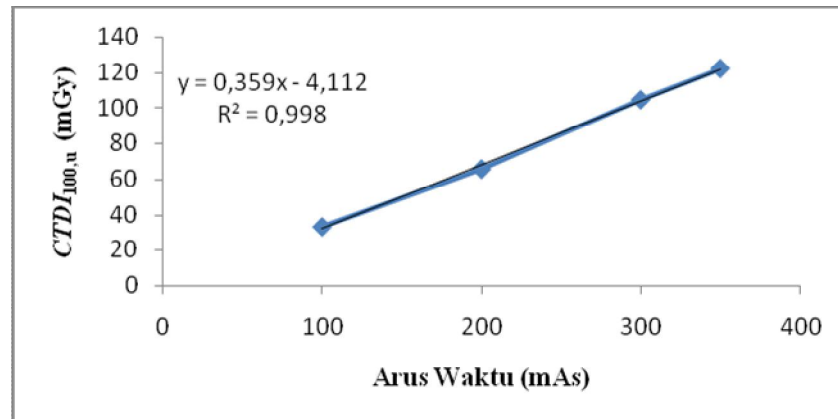
3.1.2 Pengaruh Arus Waktu Terhadap Nilai *CTDI*_{100,u}

Pengukuran *CTDI*_{100,u} dilakukan dengan variasi arus waktu 100 mAs, 200 mAs, 300 mAs dan 350 mAs. Data hasil pengukuran dan perhitungan yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Data *CTDI*_{100,u} untuk variasi arus waktu

No	Tegangan Tabung (kV)	Arus Waktu (mAs)	Tebal Slice (mm)	Dosis yang terukur (mGy)	<i>CTDI</i> _{100,u} (mGy)
1.	120	100	10	3,305	33,05
2.		200		6,562	65,62
3.		300		10,448	104,48
4.		350		12,213	122,13

Data nilai $CTDI_{100,u}$ yang dihasilkan kemudian di-plot pada sebuah grafik untuk mendapatkan suatu korelasi yang menggambarkan pengaruh arus waktu terhadap $CTDI_{100,u}$ yang ditunjukkan pada Gambar 2. Nilai $CTDI_{100,u}$ meningkat dengan bertambah besarnya arus waktu yang diberikan, hal ini sesuai dengan persamaan yang diperoleh yaitu $y = 0,359x - 4,112$. Arus tabung sinar-X mempengaruhi banyak sinar-X yang dihasilkan. Semakin besar arus yang diberikan, jumlah elektron yang dilepaskan oleh katoda dan menumbuk anoda semakin banyak sehingga berkas sinar-X yang dihasilkan juga semakin banyak (Merredith dan Massey, 1977).



Gambar 2 Korelasi antara arus waktu dengan $CTDI_{100,u}$ untuk tegangan tabung 120 kV dan tebal slice 10 mm

Pada saat kenaikan arus waktu dari 100 mAs menjadi 200 mAs diperoleh nilai $CTDI_{100,u}$ meningkat 2 kali dari nilai $CTDI_{100,u}$ sebelumnya. Hal ini sesuai dengan Tsapaki (2007) yang menunjukkan bahwa pengurangan arus waktu menjadi setengah arus waktu semula akan menurunkan dosis radiasi sebesar 50%.

Perka BAPETEN No. 2 Tahun 2018 tentang Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensional yang terdapat pada Tabel 2.1. Pada penelitian yang dilakukan, hanya dicoba pada tegangan tabung 120 kV dengan arus waktu 100 mAs hasil yang didapatkan untuk parameter tersebut adalah 33,05 mGy. Hal ini menunjukkan bahwa hasil yang didapatkan sesuai dengan Perka BAPETEN No 2 Tahun 2018.

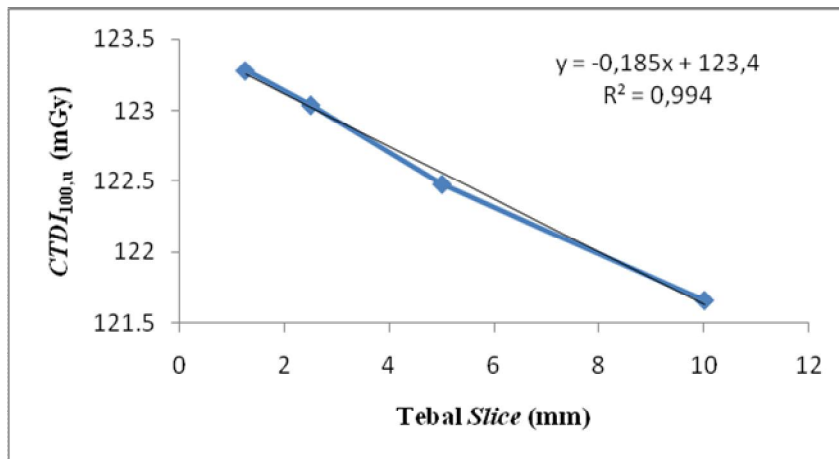
3.1.3 Pengaruh Tebal Slice Terhadap Nilai $CTDI_{100,u}$

Pengukuran $CTDI_{100,u}$ dilakukan dengan variasi tebal slice 1,25 mm, 2,5 mm, 5 mm dan 10 mm. Data hasil pengukuran dan perhitungan yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Data $CTDI_{100,u}$ untuk variasi tebal slice

No	Tegangan Tabung (kV)	Arus Waktu (mAs)	Tebal Slice (mm)	Dosis yang terukur (mGy)	$CTDI_{100,u}$ (mGy)
1.	120	350	1,25	1,541	123,28
2.			2,5	3,076	123,04
3.			5	6,124	122,48
4.			10	12,166	121,66

Data nilai $CTDI_{100,u}$ yang dihasilkan kemudian di-plot pada sebuah grafik untuk mendapatkan suatu korelasi yang menggambarkan pengaruh tebal slice terhadap $CTDI_{100,u}$ yang ditunjukkan pada Gambar 3. Nilai $CTDI_{100,u}$ yang diperoleh semakin kecil dengan bertambah tebal slice yang diberikan, hal ini sesuai dengan persamaan yang diperoleh yaitu $y = -0,185x + 123,4$ tetapi perubahan nilai $CTDI_{100,u}$ yang diperoleh tidak jauh berbeda. Hal ini dipengaruhi karena penggunaan tebal slice yang lebih kecil menyebabkan dosis radiasi tertuju pada satu titik dan area yang menjadi fokus penyinaran juga semakin kecil sehingga dosis radiasi yang diterima akan lebih besar.



Gambar 3 Korelasi antara tebal slice dengan $CTDI_{100,u}$ untuk tegangan tabung 120 kV dan arus waktu 350 mAs

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran $CTDI$ di udara yang dilakukan pada *CT-Scan* merek *GE Optima 660* di Semen Padang Hospital, diperoleh kesimpulan yaitu nilai $CTDI$ di udara meningkat dengan bertambahnya faktor eksposi yang diberikan. Nilai $CTDI$ di udara yang diperoleh tidak jauh berbeda untuk setiap variasi tebal slice yang diberikan. Dosis radiasi udara yang dikeluarkan oleh *CT-Scan* merek *GE Optima 660* masih di bawah batas yang diperbolehkan oleh Perka BAPETEN No. 2 Tahun 2018.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilyanti, D.D., Milvita, D., Prasetyo, H. dan Yulianti, H., "Pengaruh Diameter Phantom dan Tebal Slice Terhadap Nilai $CTDI$ pada Pemeriksaan Pesawat *CT-Scan*", *Jurnal Fisika Unand (JFU)*, 2(2), 2013, hal. 81-87.
- Chesney, D. N., *Radiographic Imaging*, (University Park Press, London, 1980), hal. 132-164.
- Dowsett, D. J., Kenny P. A., dan Johnston R, E., *The Physics of Diagnostic Imaging Second Edition* (Hodder Arnold, London, 2006), hal. 423-434.
- Khusniatul, P., Hidayanto, E., Arifin, Z. dan Anam, C., "Pengaruh Variasi Faktor Eksposi (Tegangan Tabung dan Arus Waktu) serta Pitch Terhadap Computed Tomography Dose Index ($CTDI$) di Udara Menggunakan *CT Dose Profiler*", *Youngster Physics Journal*, 3(4), 2014, hal. 363-372.
- Meredith, W. J. dan Massey, J. B., *Fundamental Physics of Radiology Third Edition* (Bristol : John Wright & Sons Ltd, New York, 1977), hal. 175-190.
- Tsapaki, V. dan Rehani, M., "Dose Management in *CT Facility*", *Biomedical Imaging and Interventional Journal*, 3(2), 2007, hal. 1-7.
- Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 2, 2018, Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensi, BAPETEN, Jakarta, <https://jdih.bapeten.go.id>, diakses Desember 2018.